

# 指尖脈波との対応付けによる手首でのカフレス血圧モニタリング

情報科学科 跡見 健吾

指導教員：小栗 宏次

## 1 はじめに

カフを用いた血圧計測は締め付けによる負荷や連続計測が難しいといった課題があるため、カフを用いず、脈波や心電図を用いて血圧値を推定する研究が多数行われている。

血圧値を推定する手法として、光電容積脈波を用いた単一センサによる手法がある。この手法では、単一の小型センサを用いて脈波を計測し、脈波から得られた特徴量から血圧値を推定する。従来の計測 [1] は、指尖脈波を用いた血圧推定であるため、あくまで実験段階であり、実生活における指先への装着は作業を阻害するといった課題があると考えられる。そこで本研究では、腕時計型のセンサでウェアラブルに計測を行うことを想定し、手首の脈波から得られた特徴量を用いて連続的に血圧を推定する手法を提案する。

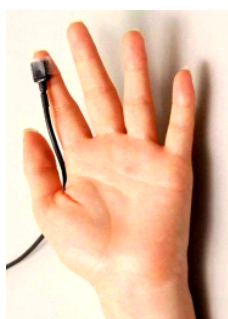


図 1: 従来の脈波計測

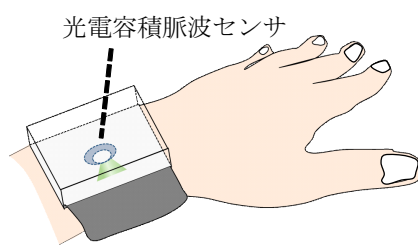
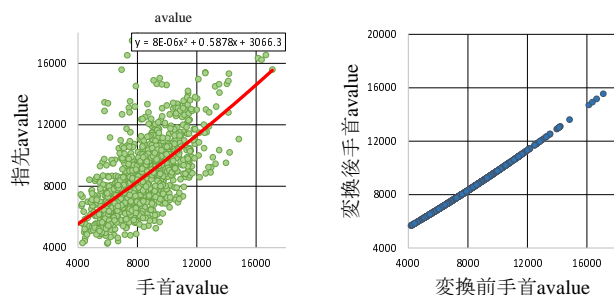


図 2: 手首からの脈波計測

## 2 手首光電容積脈波を用いた血圧推定手法

本研究では手首から得られた光電容積脈波から血圧値を推定する。光電容積脈波とその二階微分によって得られた加速度脈波から波高、時間成分を抽出し特徴量として推定に用いる。しかし、指尖脈波における特徴量と手首脈波における特徴量とは、波形が変化することからその値も異なる。そこで、手首脈波の特徴量を指尖脈波の特徴量に変換する。提案手法を図 3 に示す。図 3(a) のように、脈波、加速度脈波から特徴量を抽出後、手首と指先の特徴量の分布から 2 次の近似曲線を導出し、図 3(b) のように、導出した近似式に手首脈波の特徴量を代入することで変換する。



(a) 手首と指先の特徴量から近似曲線を導出 (b) 近似式に手首のデータを代入し各特徴量を変換

図 3: 提案手法

光電容積脈波から血圧を推定するために式 (1) で表される重回帰分析を用いる。

$$y = \sum_{i=1}^n a_i x_i + a_{n+1} \quad (1)$$

$y$  は目的変数であり最高血圧とする。 $x_i$  は説明変数であり脈波の  $i$  番目の特徴量、 $a_i$  はその特徴量に対する係数である。使用する特徴量は棄却確率 1% での stepwise 変数増減法によって選択する。推定には手首脈波から特徴量抽出を行ったデータを用い、被験者数を  $K$  とした  $K$ -分割交差検証によって推定値を評価する。推定精度の評価にはカフで測定された実測血圧値と光電容積脈波から推定された推定血圧値の相関係数  $R$  と誤差平均  $M_E$ 、誤差標準偏差  $S_E$  を用いる。

## 3 精度検証実験

計測された生体信号を用いて解析、血圧の推定を行う。推定にはこれまでに本研究室で計測した 21~84 歳の被験者 607 名のデータを用いた。計測では被験者からインフォームドコンセントを得た後、安静着座時の血圧と光電容積脈波を同時に計測した。光電容積脈波センサは左手首と左手人差し指に装着し、サンプリング周波数 1000 Hz で脈波を計測した。また血圧はカフを右上腕に装着し 1 分毎に計 5 分間計測した。表 1 に従来手法と提案手法それぞれの相関、誤差平均、誤差標準偏差を示す。従来手法は、手首脈波から抽出された特徴量を変換せず推定した際の結果である。従来手法に比べ、提案手法によって精度が向上した。

表 1: 従来手法と提案手法の評価結果

	$R$	$M_E$ [mmHg]	$S_E$ [mmHg]
従来手法	0.661	8.73e-14	13.19
提案手法	0.662	-6.17e-15	12.92

## 4 まとめ

本研究では連続的にカフレス血圧計測を行うことを目指して手首の光電容積脈波を用いて血圧推定を行った。実験によって手首脈波による推定結果から指尖脈波による推定結果と同程度の推定精度を得た。さらに提案手法により、手首脈波の特徴量を指尖脈波の特徴量に変換することで、精度が向上した。これにより手首光電容積脈波を用いて血圧推定が可能であることを示した。今後は実際に腕時計型センサを用いて血圧推定することや、日中の活動が推定に与える影響を検証するといった課題がある。

## 参考文献

- [1] Takazawa K. et al. "Clinical usefulness of the second derivative of a plethysmogram (acceleration plethysmogram)," *Cardiol.*, vol.23, pp.207-217, 1993.